

iBEG-mbH · Pfortenteich 5 · 99974 Mühlhausen

**Unsere Leistungen:**

- Geotechnische Untersuchungen im Labor und in situ
- Erkundung und Beschreibung des Baugrundes
- Prüfleistungen im Erd-, Grund- und Straßenbau, RAP-Zulassung: A1, A3, A4, H1, H3, I3
- Grundbaustatik
- Geotechnisches Messwesen
- Erschütterungsmessungen nach DIN 4150
- Bodendynamische Untersuchungen und Beratung
- Anker- und Verpresspfahlprüfungen
- Geohydrolog. und geothermische Untersuchung

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen, unsere Nachricht vom  
18812/22/igTelefon, Name  
Sto / LudDatum  
11.03.2024

## **Geotechnischer Untersuchungsbericht**

Auftr.-Nr. 18812/22/ig

Bericht Nr. 01

Bauvorhaben:	Neubau Überleitungsdruckleitung Reichenbach und Tüngeda mit Anschluss Behringen
Auftraggeber:	Wasser- und Abwasserzweckverband Mittleres Nesselal Am Arzbach 2 99869 Sonneborn
Planungsbüro:	Rother und Partner Ingenieurgesellschaft mbH Papiermühlenweg 8 99974 Mühlhausen

Dieser Bericht umfasst die Seiten 1 bis 28 und die Anlagen A 1 bis A 8.

Geschäftsführer:  
Dr.-Ing. A. Gotschol  
Dipl.-Ing. Steffen Stolze  
Amtsgericht Jena, HRB 405587Sparkasse Unstrut-Hainich  
Konto: 511025874; BLZ: 82056060  
IBAN: DE61 8205 6060 0511 025874  
BIC: HELADEF 1 MUECommerzbank Mühlhausen  
Konto: 559303300; BLZ: 82040000  
IBAN: DE36 8204 0000 0559 3033 00  
BIC: COBADEFFXXX

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>Unterlagenverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>1     Veranlassung.....</b>	<b>4</b>
<b>2     Bauwerksangaben .....</b>	<b>4</b>
<b>3     Standortangaben .....</b>	<b>5</b>
3.1    Topographische Einordnung / Geländebeschreibung .....	5
3.2    Geologie .....	7
3.3    Hydrologie.....	7
3.4    Schutzzonen .....	8
3.4.1   Erdbebenzone .....	8
3.4.2   Schutzzonen .....	8
<b>4     Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen.....</b>	<b>8</b>
4.1    Felduntersuchungen .....	8
4.2    Einteilung Homogenbereiche / Schichtgliederung.....	9
4.3    Schichtbeschreibung, Schichteigenschaften.....	9
4.4    Angabe der Schichtbezogenen Bodenklassen nach VOB 2012 .....	17
4.5    Erdstatische Kennwerte.....	18
4.6    Grundwasserstände, Grundwassereigenschaften .....	19
<b>5     Geotechnische Empfehlungen für den grabenlosen Rohrvortrieb .....</b>	<b>21</b>
5.1    Allgemeine Baugrundeinschätzung.....	21
5.2    Angabe der Homogenbereiche für Rohrvortriebsverfahren.....	21
5.3    Rohrvortriebsverfahren .....	23
5.4    Start- und Zielgruben .....	24
5.5    Wasserhaltung .....	24
5.6    Betonschutzmaßnahmen.....	24
5.7    Herstellung temporärer Baustraßen.....	25
5.8    Wiederherstellung der Verkehrsflächen.....	25
<b>6     Deklarationsuntersuchung anfallender Ausbaustoffe .....</b>	<b>26</b>
<b>7     Hinweise für Abnahmen und Prüfungen .....</b>	<b>28</b>

## Anlagenverzeichnis

A 1	Übersichtsplan, Maßstab 1:10.000	1 Blatt
A 2	Lage- und Aufschlussplan, Maßstab 1:2000	5 Blatt
A 3	Schichtenverzeichnisse KRB 1/23 bis KRB 42/23	43 Blatt
A 4.1	Aufschluss- u. Sondierprofile KRB 1/23 bis KRB 42/23	42 Blatt
A 4.2	Dokumentation Asphaltkernentnahme	5 Blatt
A 5	Legende der Erdstoffkurzzeichen	2 Blatt
A 6	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	
A 6.1	Bestimmung der Wassergehalte n. DIN 18 121	42 Blatt
A 6.2	Bestimmung der Zustandsgrenzen n. DIN 18 122	28 Blatt
A 6.3	Bestimmung der Körnungslinie n. DIN 18 123	38 Blatt
A 6.4	Bestimmung des Glühverlustes n. DIN 18 128	3 Blatt
A 7	Ergebnisse der bauchchemischen Grundwasseruntersuchungen	
A 7.1	Prüfbericht Analyse Grundwasser - Betonaggressivität	3 Blatt
A 7.2	Prüfbericht Analyse Grundwasser - Stahlaggressivität	3 Blatt
A 8	Ergebnisse der bauchchemischen Laboruntersuchungen	
A 8.1	Prüfbericht Analyse Ausbauasphalt n. RuVA StB 01	9 Blatt
A 8.2	Prüfbericht Deklarationsanalyse n. EBV; Tab. 3, Bodenmaterial	30 Blatt

## Unterlagenverzeichnis

Für die Erstellung des vorliegenden Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

U 1	Rother & Partner Ingenieurgesellschaft mbH	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Übersichtslageplan, Blatt Nr. 01; Maßstab 1:5.000, Planstand: Juni 2022</li><li>• Querschnitt Tüngeda - Behringen; MdL: 1:2.000, M.d.H: 1:200, Planstand: Oktober 2023</li><li>• Querschnitt Reichenbach - Behringen; MdL: 1:2.000, M.d.H: 1:200, Planstand: Oktober 2023</li></ul>	
U 2	Topographische Karte 4929-SW Behringen und 4929-SO Bad Langensalza-Wiegleben, Maßstab 1:10.000	
U 3	Geologische Karte Blatt Behringen, Maßstab 1:25.000	

## 1 Veranlassung

Der Wasser- und Abwasserzweckverband Mittleres Nesselal beabsichtigt den Neubau einer Abwasserdruckleitung zwischen den Ortslagen Reichenbach, Tüngeda und Behringen. Der Trassenverlauf erstreckt sich von den jeweiligen Pumpstationen der Ortslagen Reichenbach sowie Tüngeda zur südlich von Behringen gelegenen Kläranlage. Planungsseitig ist der Bau der Neubautrasse überwiegend im grabenlosen Rohrvortrieb mittels HDD-Verfahren vorgesehen. Das Pumpwerk Reichenbach wurde im Jahr 2023 fertiggestellt. Im Bereich Tüngeda ist der Neubau eines Pumpwerkes vorgesehen. Die Begutachtung für den Neubau des Pumpwerks in Tüngeda ist kein Teil des hier beauftragten Projektes. Vom Auftraggeber wurde die iBEG mbH mit der Durchführung der Baugrunderkundung und der Erstellung des Baugrundgutachtens sowie der Deklaration der Ausbaustoffe beauftragt.

## 2 Bauwerksangaben

Für die geplante Abwasserdruckleitung kann nach [U 1] von folgenden bautechnischen Angaben ausgegangen werden.

**Tabelle 1:** Annahmen für den Druckleitungsbau

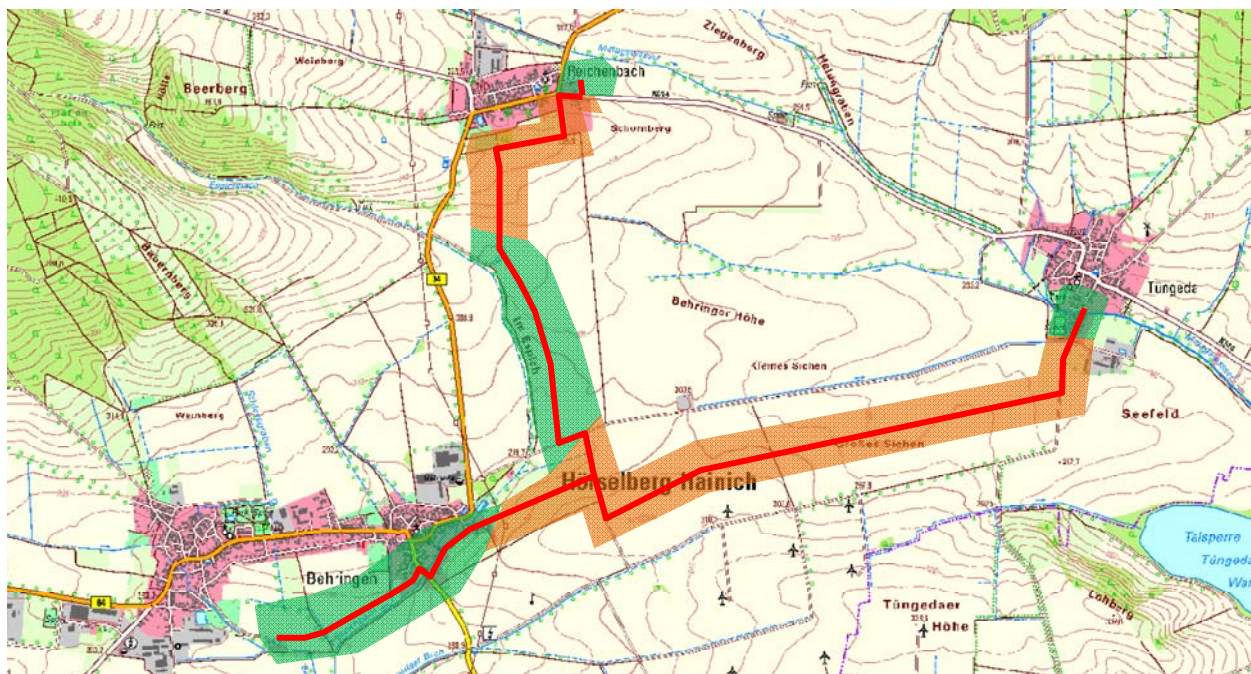
Abschnitt	Bauweise	Durchörterungstiefe [m u. GOK]	Rohrdimension	Baulänge
Tüngeda - Behringen	Spülbohrverfahren	ca. 1,0 bis 7,8	PE-HD DA 90, PE-HD DA 160,	ca. 5580 m
Reichenbach - Behringen	Spülbohrverfahren	ca. 1,4 bis 5,4	PE-HD DA 125	ca. 2950 m

Weitere Angaben zum geplanten Trassenverlauf können dem Übersichtsplan der Anlage A 1 bzw. dem Aufschlussplan der Anlage A 2 entnommen werden.

## 3 Standortangaben

### 3.1 Topographische Einordnung / Geländebeschreibung

Der hier betrachtete Untersuchungsbereich liegt zwischen den Ortslagen Reichenbach, Tüngeda und Behringen. Geographisch gesehen befindet sich das Vorhaben südöstlich des Höhenzuges Hainich, in moderat hügeliger Landschaft, durchzogen von kleineren Aueniederungen der vorhandenen Vorfluter. Die geodätischen Höhen liegen im Bereich zwischen ca. 275 und 330 m NHN. Weitestgehend verläuft die Trasse über landwirtschaftlich genutzte Feldfluren sowie im Bereich der Siedlungsräume entlang der Verkehrsinfrastruktur durch aufgelockerte Wohngebiete bzw. Gartenland. Die Übersicht über den gesamten Trassenverlauf ist in der nachfolgenden Abbildung 1 ersichtlich.



**Abbildung 1** Trassenverlauf (rot); Niederungsbereich der Vorfluter (grün); Hanglage (braun)

Topographische Karte 4929 - SW Behringen und 4929 - SO Bad Langensalza-Wiegleben

- Koordinaten (UTM)

Bauanfang Pumpwerk Tüngeda („Brüheimer Straße“)

Rechtswert = 32 61 09 76      Hochwert = 56 54 710

Bauanfang Pumpwerk Reichenbach („An der Dorfweise“)

Rechtswert = 32 60 81 44      Hochwert = 56 56 004

Bauende Kläranlage Behringen („Karl-August-Zeuner-Straße“)

Rechtswert = 32 60 63 65      Hochwert = 56 52 863

**Tabelle 2:**      Trassenbeschreibung Druckleitung Tüngeda bis Behringen

Stationierung Tüngeda - Behringen	Trassenbeschreibung
ca. 0+000 bis 0+008	Ortslage Tüngeda, Brüheimer Straße
ca. 0+008	Querung Vorfluter Mittagswasser
ca. 0+008 bis 0+200	Ortslage Tüngeda, Brüheimer Straße
ca. 0+200 bis 3+420	Feldfluren Tüngeda nach Behringen, Hanglage
ca. 3+420	Anschluss Druckleitung aus Reichenbach
ca. 3+420 bis 4+050	Feldfluren Behringen bis Ortslage Behringen, Hanglage
ca. 4+050 bis 4+550	Ortslage Behringen, Wangenheimer Tor, Am Espichbach
ca. 4+550	Querung Vorfluter Mittagswasser
ca. 4+550 bis 4+760	Ortslage Behringen, Friedrichswerther Straße
ca. 4+760 bis 4+810	Feldfluren Behringen bis Anschluss KA Behringen, Aueniederung
ca. 4+810	Querung Vorfluter Entwässerungsgraben
ca. 4+810 bis 5+250	Feldfluren Behringen bis Anschluss KA Behringen, Aueniederung
ca. 5+250	Querung Vorfluter Schlossgraben
ca. 5+250 bis 5+570	Feldfluren Behringen bis Anschluss KA Behringen, Aueniederung
ca. 5+570	Kläranlage Behringen

**Tabelle 3:**      Trassenbeschreibung Druckleitung Reichenbach bis Anschluss Behringen

Stationierung Reichenbach - Behringen	Trassenbeschreibung
ca. 0+000 bis 0+220	Ortslage Reichenbach, An der Dorfweise, Gothaer Straße
ca. 0+220 bis 1+320	Feldfluren Reichenbach nach Behringen, Hanglage
ca. 1+320 bis 2+480	Feldfluren Reichenbach nach Behringen, Aueniederung
ca. 2+480	Querung Vorfluter Entwässerungsgraben
ca. 2+480 bis 2+950	Feldfluren Reichenbach nach Behringen, Aueniederung
ca. 3+420	Anschluss Druckleitung aus Tüngeda

## 3.2 Geologie

Das Baufeld liegt im Verbreitungsgebiet quartärer bindiger Lockergesteinsschichten über den Zersatz- und Verwitterungsschichten des Unteren Keupers. Nach [U 3] verläuft der Untersuchungsbereich durch die von Nordwest nach Südost verlaufende Eichenberg-Gotha-Saalfelder Störungszone. Im unmittelbaren Standortumfeld sind einzelne Verwerfungen innerhalb des Deckgebirges kartiert. Abgesehen von lokalen anthropogenen Auffüllungen bzw. den Schichten des konstruktiven Straßenoberbaus ist je nach Morphologie und Lage von folgendem generellen Schichtenaufbau auszugehen:

### Geologische Verhältnisse im Niederungsbereich der Vorfluter

Oberboden (Holozän)

über

Auelehm, Aueton (Holozän)

über

Flussskies (Pleistozän)

über

Zersatz- und Verwitterungshorizont des Unteren Keupers

### Geologische Verhältnisse im Bereich der Hanglage

Oberboden (Holozän)

über

Lößlehm, Hanglehm, Fließerde, Terrassenschotter (Pleistozän)

über

Zersatz- und Verwitterungshorizont des Unteren Keupers

## 3.3 Hydrologie

Die hydrologische Situation ist durch den Verlauf der Trasse innerhalb wechselnder Hang- und Tallage geprägt. In der Hanglage ist ein ausgepegelter oberflächennaher Grundwasserhorizont generell nicht vorhanden. Innerhalb der Festgesteinsschichten, welche als Kluftgrundwasserleiter einzustufen sind, können tiefere Grundwasserhorizonte angetroffen werden.

In den Niederungsbereichen der Vorfluter ist ein ausgepegelter oberflächennaher Grundwasserhorizont generell vorhanden. Die grundwasserleitenden Schichten werden in diesen Bereichen durch die gut durchlässigen Flussskiese und Terrassenschotter gebildet. Aufgrund der bindigen Überlagerung steht das Grundwasser lokal gespannt an. Weiterhin wird das

Grundwasser in den direkt an den Vorfluter angrenzenden Bereichen von dessen Pegelständen beeinflusst.

Jahreszeitlich und niederschlagsbedingt ist jedoch in allen Tiefenlagen mit lokalen, temporären Schicht- und Sickerwasserbewegungen zu rechnen. Morphologisch bedingt erfolgt die Entwässerung ausgehend vom lokalen Top der Erhebungen hangabwärts. Die bohraktuellen Grundwasserstände können dem Abschnitt 4.6 bzw. der Anlage A 4 entnommen werden.

### **3.4 Schutzzonen**

#### **3.4.1 Erdbebenzone**

Nach DIN 4149: 2005 liegt der Baustandort in keiner Erdbebenzone, Schutzmaßnahmen sind daher nicht erforderlich.

#### **3.4.2 Schutzzonen**

Ein Teilbereich des Trassenabschnittes von Reichenbach nach Behringen Verläuft durch eine festgesetzte Trinkwasserschutzzone III.

## **4 Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen**

### **4.1 Felduntersuchungen**

Folgender Untersuchungsumfang wurde nach DIN 4020 ausgeführt:

- 42 Stück Kleinbohrungen (KRB) Ø 80 mm im Rammverfahren n. DIN EN ISO 22475-1
- 15 Stück Schwere Rammsondierungen (DPH) n. DIN EN ISO 22476-2

Die Lage der Aufschlusspunkte wurde in dem Lage- und Aufschlussplan der Anlage A 2 dargestellt. Die höhen- und lagemäßige Einmessung der Aufschlusspunkte erfolgte mittels RTK-GNSS (GPS-Vermessung) im UTM32 Koordinatennetz sowie auf das aktuelle Höhensystem DHHN 2016 (NHN). Die Vermessungsdaten der einzelnen Aufschlusspunkte können der Anlage A 4.1 entnommen werden.



## 4.2 Einteilung Homogenbereiche / Schichtgliederung

Für den Standort kann nach Auswertung der Ergebnisse der Baugrunderkundung und unter Berücksichtigung der Erdbautechnologie von folgendem generellen Baugrundsichtenmodell / Homogenbereichen ausgegangen werden.

**Tabelle 4:** Benennung der anstehenden Bodenschichten im Untersuchungsbereich

Homogen- bereich	Schicht- nummer	Schicht- bezeichnung	Kurz- zeichen	Geologische Bezeichnung
<b>Ob</b>	1.1	Oberboden	Ob	Holozän
<b>A 1</b>	0.1	konstruktiver Straßenoberbau	StO	-
<b>LG 1</b>	0.2	Auffüllung, Boden	A-Bod	-
	2.1	Auelehm	AL	Holozän
	2.2	Aueton	AT	
	3.1	Lößlehm	Löl	Pleistozän
	3.2	Hanglehm	L	
	3.3	Fließerde	FE	
<b>LG 2</b>	3.4	Flusskies	FK	
	3.5	Terrassenschotter	TS	
<b>FG 1</b>	4.1	Tonstein / Sandstein zersetzt	Tst / Sst (VZ)	Unterer Keuper
<b>FG 2 <sup>1.)</sup></b>	4.2	Tonstein / Sandstein entfestigt	Tst / Sst (VE)	
Homogenbereich: <b>Ob</b> ... <b>Oberboden</b> ; <b>A</b> ... <b>Auffüllung</b> ; <b>LG</b> ... <b>Lockergestein</b> ; <b>FG</b> ... <b>Festgestein</b>				
<sup>1.)</sup> verfahrenstechnisch nicht aufgeschlossen, der Vollständigkeit hier mit aufgeführt				

Die Schichtenverzeichnisse sowie die zugehörigen Bohrprofile können der Anlage A 3 bzw. der Anlage A 4.1 entnommen werden.

## 4.3 Schichtbeschreibung, Schichteigenschaften

Auf der Grundlage der vorliegenden Labor- und Feldprüfergebnisse können die anstehenden erkundeten Schichten wie folgt beschrieben werden.

### ***Homogenbereich: Ob ...Oberboden***

Schichtbeschreibung:	Homogenbereich der oberen bodenbildenden Schichten (A-Horizont), dunkelbrauner Ton, feinsandig, schluffig mit Wurzelresten, schwach humos bis humos
Schichten / Benennung:	Schicht 1.1 → Oberboden
Organischer Anteil:	5 – 10 %
Steine / Blöcke / große Blöcke:	- / - / -
Bodengruppe n. DIN 18196:	<b>OU</b>
Leitbodenform (BGKK 100):	<b>h3l</b> – Lehm - Vega (Nebentäler) <b>llö</b> – Hanglehm, lößartig <b>lö4</b> – Löß - Fahlerde <b>lö2</b> – Löß - Schlämmschwarzerde <b>lö1</b> – Löß - Schwarzerde <b>tk</b> – Ton, lehmig, steinig (Oberen Muschelkalks) <b>k2</b> – Lehm, steinig (Unteren Keuper)
Bodenformen n. KA5:	Pararendzina, Rendzina, Parabraunerde, Braunerde, Terra fusca, Kalkpelosol, Tschernosem, Fahlerde, Kolluvisol, Vega, Gley-Vega
Konsistenz:	steif - halbfest
Schichtunterkante:	0,30 - 0,35 m unter GOK
Verbreitung:	gesamter Untersuchungsbereich

Nach **DIN 19 639** (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben) wird der Begriff Oberboden wie folgt definiert:

#### **A-Boden / A-Horizont**

Oberste, humose und belebte Schicht des Mineralbodens, die durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge entstanden ist. Die Mächtigkeit der humosen, meist intensiv belebten Schicht beträgt in der Regel 10 cm bis 30 cm.

Eine genaue Schichtabgrenzung zwischen Oberboden und den unterlagernden Bodenschichten ist anhand bodenphysikalischer Kennwerte nicht möglich. Die Unterteilung erfolgt gemäß bodenkundlicher Kartieranleitung KA5 anhand von Farbgebung nach den *Munsell* Farbtafeln bzw. des Humusgehaltes. Aufgrund der unterlagernden bindigen Böden ist der Übergangsbereich anhand der Farbgebung nicht immer eindeutig festzustellen. Es wird daher empfohlen sofern nicht anders angegeben, die Oberbodenmächtigkeit einheitlich mit  $d \leq 0,3$  m festzulegen.

### **Homogenbereich: A 1 ... konstruktiver Straßenoberbau**

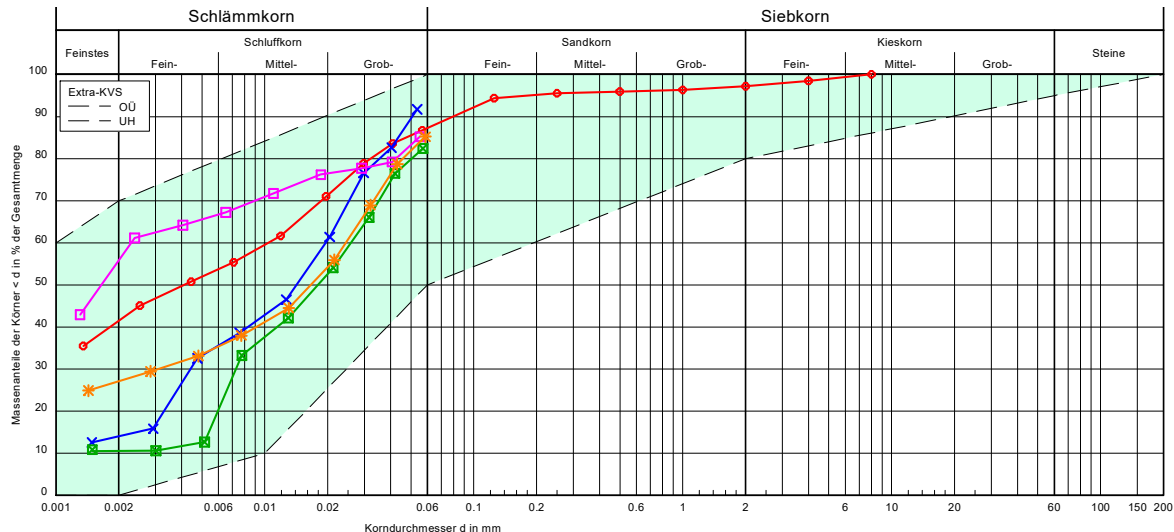
Schichtbeschreibung:	Schichten des konstruktiven Oberbaus, bestehend aus gebrochenem Schottermaterial lokal mit Bauschuttbeimengungen sowie unterlagernder Packlage, bodenmechanisch: Fein- bis Grobkies, schwach steinig bis steinig, sandig, tonig bis stark tonig
Schichten / Benennung:	Schicht 1.1 → konstruktiver Straßenoberbau
Organischer Anteil:	< 1 %
Steine / Blöcke / große Blöcke:	< 20 % / < 10 % / - (gutachterlicher Schätzwert mit Rammkernbohrverfahren nicht bestimmbar)
Bodengruppe n. DIN 18196:	<b>[GW, GT - GT*, BS]</b>
Lagerungsdichte:	locker bis mitteldicht
Schichtunterkante:	siehe Tabelle
Verbreitung:	im Bereich der Verkehrsflächen

**Tabelle 5:** Angaben zum gebundenen und ungebundenen Oberbau / Wegebefestigung

Aufschluss	Oberbau	Schichtdicke geb. Oberbau	Beschreibung	Schichtdicke ungeb. Tragschicht
KRB 2/23	Pflaster	-	Schlackepflaster 9 cm über Tragschicht mit Packlage	0,61 m
KRB 3/23	ungebunden	-	Schotterbefestigung Kalksteinschotter	0,60 m
KRB 4/23	ungebunden	-	Schotterbefestigung Kalksteinschotter	0,40 m
KRB 16/23	ungebunden	-	Schotterbefestigung Gem. Schotter u. RC-Mat.	0,50 m
KRB 17/23	Beton	0,21 m	Fahrbahnplatten über Rundkornkies	0,29 m
KRB 18/23	Beton	0,20 m	Fahrbahnplatten über gebr. Kalkstein-Mat.	0,40 m
KRB 29/23	Asphalt	0,14 m	5-lagig, intakter Kern	0,26 m
KRB 30/23	Asphalt	0,21 m	3-lagig, intakter Kern	0,39 m
KRB 34/23	Pflaster	-	Betonpflaster 8 cm über Rundkornkies	0,88 m
KRB 35/23	ungebunden	-	Bankett, Hartsteinschotter	0,30 m
KRB 36/23	Asphalt	0,09 m	1-lagig, intakter Kern	0,11 m
KRB 37/23	ungebunden	-	Hartsteinschotter	0,80 m

### ***Homogenbereich: LG 1 ... Lockergestein 1***

Schichtbeschreibung:	Homogenbereich der bindigen quartären Lockergesteinsschichten und anthropogen umgelagerter Böden bodenmechanisch: Ton, schwach kiesig, sandig, schluffig bis Fein bis Grobkies, stark tonig, sandig
Schichten / Benennung:	Schicht 0.2 → Auffüllung, Boden Schicht 2.1 → Auelehm Schicht 2.2 → Aueton Schicht 3.1 → Lößlehm Schicht 3.2 → Hanglehm Schicht 3.3 → Fließerde
Organischer Anteil:	< 5 % (vgl. A 6.4)
Steine / Blöcke / große Blöcke:	< 5 % / - / -
Bodengruppe n. DIN 18196:	<b>TL, TM, TA, OT, [TM, GT*]</b>
Bodengruppe n. ATV - A 127:	G 4
Verdichtbarkeitsklasse:	V 3
Durchlässigkeit:	schwach durchlässig nach DIN 18130
Quellverhalten:	nicht bis schwach ausgeprägt
Verklebungspotential:	geringes bis mittleres Verklebungspotential
Abrasivitäts-Index (CERCHAR):	< 0,5 (extrem niedrig)
Konsistenz:	weich, steif bis halbfest
Wassergehalt:	vergleiche Anlage A 6.1
Plastizitätszahl:	15 bis 40 %, oberhalb der A-Linie (vgl. A 6.2)
Kornverteilung T/U/S/G:	siehe Kornverteilung bzw. vgl. A 6.3
Schichtunterkante:	0,7 – 4,8 m unter GOK, bereichsweise bis zur maximalen Aufschlusstiefe nicht aufgeschlossen
Verbreitung:	gesamter Untersuchungsbereich, lokal ausgeräumt

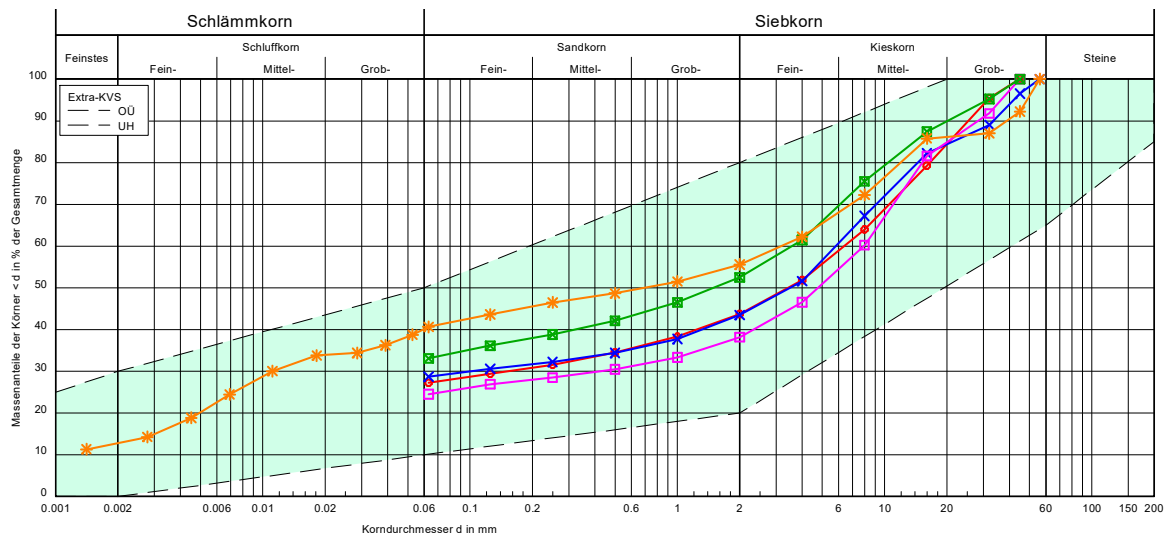


**Abbildung 1:** Kornverteilung Homogenbereich LG 1

### Homogenbereich: LG 2 ... Lockergestein 2

Schichtbeschreibung:	Homogenbereich der grob- bis gemischtkörnigen Lockergesteinsschichten, plattiger, schwach kantengerundeter Kies mit tonigen Zwischenlagen, bodenmechanisch: Kies, schwach steinig bis steinig, sandig bis stark sandig, tonig bis stark tonig bis Ton, stark kiesig, steinig
Schichten / Benennung:	Schicht 3.4 → Flussschotter Schicht 3.5 → Terrassenschotter
Organischer Anteil:	< 3 % (gutachterlicher Schätzwert)
Steine / Blöcke / große Blöcke:	< 20 % / < 10% / < 5 % (Erfahrungswert mit dem Kleinrammkernbohrverfahren nicht exakt bestimmbar)
Bodengruppe n. DIN 18196:	<b>GT - GT*, lokal TM</b>
Bodengruppe n. ATV - A 127:	G 2 bis G 3
Verdichtbarkeitsklasse:	V 2 bis V 4
Durchlässigkeit:	schwach durchlässig bis durchlässig nach DIN 18130
Quellverhalten:	nicht ausgeprägt
Verklebungspotential:	nicht ausgeprägt
Abrasivitäts-Index (CERCHAR):	0,5 bis 1,0 (sehr niedrig)
Konsistenz:	Tonmatrix, steif bis halbfest, lokal weich
Lagerungsdichte:	locker bis mitteldicht
Wassergehalt:	vergleiche Anlage A 6.1

Plastizitätszahl:	oberhalb der A-Linie (gutachterlicher Schätzwert)
Kornverteilung T/U/S/G:	siehe Kornverteilung bzw. vgl. A 6.3
Schichtunterkante:	1,7 bis > 6,0 m unter GOK, bereichsweise bis zur maximalen Aufschlusstiefe nicht aufgeschlossen
Verbreitung:	im Bereich der Niederungen und am Übergang zur Hanglage

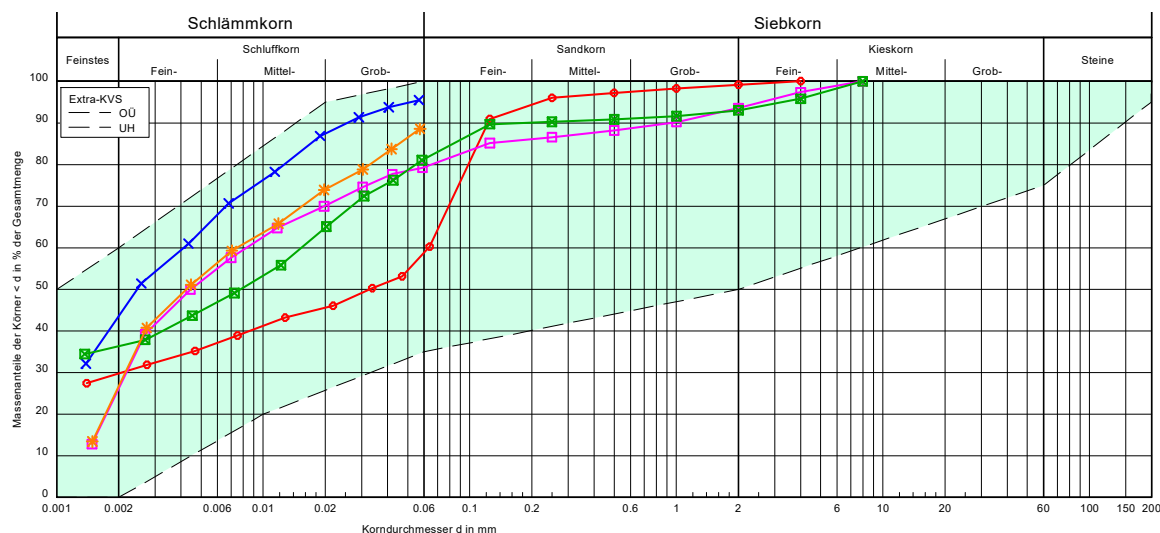


**Abbildung 2:** Kornverteilung Homogenbereich LG 2

### **Homogenbereich: FG 1 ... Festgestein 1**

Schichtbeschreibung:	Homogenbereich der Zersatzschichten des Unteren Keupers, überwiegend vollständig zu Ton / Schluff zersetztes Tonsteinmaterial mit lokal eingeschalteten mürben, dünnblättrigen bis dünnplattigen Sandsteinzwischenlagen, bodenmechanisch: Ton, schluffig, schwach kiesig, feinsandig bis Sand, stark schluffig, schwach kiesig, tonig
Verwitterungsgrad n. FGSV:	<b>VZ</b> (zersetzt)
Schichten / Benennung:	Schicht 4.1 → Tonstein / Sandstein, zersetzt
Bodengruppe n. DIN 18196:	<b>TL, TM, TA, ST* / SU*</b>
Konsistenz:	steif bis halbfest, lokal fest
Organischer Anteil:	< 1 % (gutachterlicher Schätzwert)
Steine / Blöcke / große Blöcke:	< 20 % / < 5 % / - (Erfahrungswert mit Kleinrammkernbohrverfahren nicht exakt bestimmbar)
Einaxiale Druckfestigkeit:	1,0 – 5,0 MN/m <sup>2</sup> (im ungestörten Gebirgsverband)

Bodengruppe n. ATV - A 127:	G 3 bis G 4
Verdichtbarkeitsklasse:	V 2 bis V 3, nach dem Lösen aus dem Gebirgsverband
Quellverhalten:	nicht bis schwach ausgeprägt
Verklebungspotential:	nicht ausgeprägt bis mittleres Verklebungspotential
Abrasivitäts-Index (CERCHAR):	0,5 bis 1,0 (sehr niedrig)
Wassergehalt:	vergleiche Anlage A 6.1
Plastizitätszahl:	15 bis 30 %, oberhalb der A-Linie (vgl. A 6.2)
Kornverteilung T/U/S/G:	siehe Kornverteilung bzw. vgl. A 6.3
Schichtanschnitt:	ab ca. 0,5 bis 4,1 m, (lokal bis zur maximalen Aufschlusstiefe nicht erkundet)
Verbreitung:	gesamter Untersuchungsbereich



**Abbildung 3:** Kornverteilung Homogenbereich FG 1

### ***Homogenbereich: FG 2 ... Festgestein 2***

Verfahrensbedingt konnten nicht alle Bohrungen bis auf planmäßige Endtiefe abgeteuft werden und somit der Festgesteinshorizont FG 2 mittels der Rammkernsondierungen nicht aufgeschlossen werden. Eine abschließende bodenphysikalische Untersuchung und Beschreibung des Homogenbereiches ist daher nicht möglich. Im Bedarfsfall sind ergänzende Aufschlüsse und bodenphysikalische Untersuchungen vorzunehmen. Die nachfolgenden Angaben beruhen auf eigenen Erfahrungswerten aus verschiedenen Baumaßnahmen mit vergleichbaren geologischen Rahmenbedingungen.

Schichtbeschreibung:	Homogenbereich der Verwitterungsschichten des Unteren Keupers, Wechsellagerung von dünnplattigen (1-5 cm) bis dickplattigen (5-10 cm), lokal dünnbankig (10-30 cm) stark verwitterten bis schwach verwitterten Ton- bzw. Sandstein, mit Kluftbelägen von steifen bis halbfesten Tonstein Zersatzzwischenlagen
Verwitterungsgrad n. FGSV:	<b>VE</b> (entfestigt)
Schichten / Benennung:	Schicht 4.2 → Tonstein / Sandstein, entfestigt
Bodengruppe n. ATV-A 127:	G 1
Konsistenz:	halbfest für Zersatzzwischenlagen
Einaxiale Druckfestigkeit:	1 – 25 MN/m <sup>2</sup> (im ungestörten Gebirgsverband)
Durchlässigkeit:	schwach durchlässig nach DIN 18130 Kluftbereiche durchlässig bis stark durchlässig
Quellverhalten:	nicht ausgeprägt
Verklebungspotential:	nicht ausgeprägt
Abrasivitäts-Index (CERCHAR):	1,0 bis 2,0 (niedrig)
Schichtanschnitt:	ab ca. 3,1 bis 6,8 m unter GOK (gutachterlicher Schätzwert)
Verbreitung:	gesamter Untersuchungsbereich, bis zur planmäßigen Aufschlusstiefe nicht erkundet



#### 4.4 Angabe der Schichtbezogenen Bodenklassen nach VOB 2012

Nach Auswertung der Labor- und Feldversuche sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten lassen sich für die erkundeten Schichten folgende Eigenschaften (Klassifikationen) zuordnen.

**Tabelle 6:** Klassifikation der anstehenden Bodenschichten im Baufeld - Bodenklassen

Schicht-Nr.:	Kurzzeichen	Bodengruppe DIN 18 196	Konsistenz / Lagerungsdichte	Bodenklasse DIN 18 300	Bodenklassen n. DIN 18 319
1.1	Ob	OU	weich - steif	1	-
0.1	StO	[GW, GT, GT*, lokal BS]	locker - mitteldicht	3	LNW 1/2, LN 1/2
0.2	A-Bod <sup>1.)</sup>	[TM, GT*]	steif, halbfest locker	3, 4	LBM 1/2 + P1 LN 1/2
2.1	AL	TL, TM	weich, steif, halbfest	4	LBM 1/2 + P1
2.2	AT	TM, TA, OT	weich, steif	4, 5	LBM 1/2 + P1/2 LBO 1/2 + P1/2
3.1	Löl	TL, TM	weich – steif, halbfest	4	LBM 1/2 + P1
3.2	L	TM, TA	weich, steif, halbfest	4, 5	LBM 1/2+ P1/2
3.3	FE	TL, TM, TA	steif, halbfest	4, 5	LBM 2 + P1/2
3.4	FK	GT*, TM	weich, steif, locker bis mitteldicht	3, 4	LBM 1/2 + P1 LN 1/2 + S1
3.5	TS	GT - GT*	locker bis mitteldicht	3, 4	LN 1/2 + S1
4.1	Tst / Sst (VZ)	TL, TM, TA ST* / SU*	steif, halbfest, mitteldicht bis dicht	3, 4, 5	LBM 2/3 + P1/2 LN 2/3
4.2	Tst / Sst (VE)	-	-	6, lokal 7	FZ 1/2 bis FD 1/2

<sup>1.)</sup> ohne blockartige, großvolumige Einlagerungen in Form von Altfundamenten, Betonteile etc.

Eine genaue Abgrenzung der Bodenklassen 6 und 7 ist anhand der Bohrerergebnisse der Rammkernsondierungen nicht immer zweifelsfrei möglich. Die Einstufung des Festgesteinshorizontes in die Bodenklasse 6 bzw. 7 ist neben der Festigkeit in erster Linie vom Trennflächengefüge abhängig. Erst mit zunehmenden Kluftabstand und größerer Festigkeit können einzelne Bänke der Bodenklasse BK 7 (Homogenbereich FG 2) zugeordnet werden. Im Bedarfsfall wird empfohlen, die Bodenklasse 7 zum Nachweis auszuschreiben und wenn erforderlich baubegleitend durch ein gemeinsames Aufmaß mengenmäßig zu erfassen.

## 4.5 Erdstatische Kennwerte

Für bodenmechanische Berechnungen ist auf der Basis der festgestellten und eingeschätzten Schichteigenschaften von folgenden korrelativ ermittelten charakteristischen Rechenwerten auszugehen. Die angegebenen charakteristischen Kennwerte gelten für ungestörte Bodenverhältnisse.

**Tabelle 7:** Angabe der charakteristischen Bodenkenngrößen

Homogen- bereich	Kurz- zeichen	natürliche Wichte		Reibungs- winkel	drän. Kohäsion	undrän. Kohäsion	Steife- modul
-	-	$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\phi'_k$	$c'_k$	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$
-	-	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[MN/m²]
A 1	StO <sup>1.)</sup>	21,0	11,0	30,0	0	-	-
LG 1	A <sup>1.)</sup>	19,0	9,0	25,0	5,0	30 - 50	-
	AL	19,0	9,0	25,0	5,0	15 - 40	3 - 5
	AT	19,0	9,0	22,5	7,5	20 - 50	2 - 4
	Löl	19,0	9,0	25,0	5,0	30 - 60	4 - 6
	L / FE	19,0	9,0	27,5	7,5	40 - 80	6 - 8
LG 2	FK / TS	21,0	11,0	32,5	5,0	-	12 - 20
FG 1	Tst / Sst (VZ)	21,0	11,0	27,0	10,0	80 - 150	10 - 20
FG 2	Tst / Sst (VE)	23,0	13,0	40,0	20,0	-	30 - 50
<sup>1.)</sup> nur für Erddruckberechnungen							

## 4.6 Grundwasserstände, Grundwassereigenschaften

Im Untersuchungsbereich liegen in Abhängigkeit von der Morphologie sowie der Lage zum Vorfluter verschiedene Grundwasserverhältnisse vor.

### Niederungsbereiche der Vorfluter

In den betreffenden Bereichen ist von einem oberflächennahen, geschlossenen Grundwasserhorizont auszugehen. Der Hauptgrundwasserleiter wird durch die gut durchlässigen pleistozänen Flusskiese bzw. Terrassenschotter gebildet. Je nach Witterungslage und jahreszeitlich abhängigen Niederschlagsereignissen ist mit schwankenden Grundwasserständen zu rechnen. Auf Grund der bindigen Überdeckung können temporär und lokal begrenzte gespannte Grundwasserverhältnisse vorherrschen. Der Grundwasserstauer wird durch die Zersatz- und Verwitterungsschichten des Festgesteins gebildet. Die maximalen Wasserstände sind jeweils abschnittsbezogen den maximalen Wasserständen der Vorfluter (HQ<sub>100</sub>) gleichzusetzen. Die Entwässerung erfolgt jeweils in Richtung des Vorfluters. Die im Zuge der Erkundungsarbeiten aufgezeichneten Grundwasserstände können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

**Tabelle 8:** Angabe der erkundeten Grundwasserstände

Aufschluss [-]	GOK [m NHN]	Wasseranschnitt [m u. GOK]	Wasseranschnitt [m NHN]	Wasserendstand [m u. GOK]	Wasserendstand [m NHN]
KRB 1/23	281,01	2,15	278,86	2,15	278,86
KRB 2/23	280,51	3,23	277,28	3,05	277,46
KRB 21/23	300,10	2,03	298,07	2,03	298,07
KRB 33/23	295,46	2,70	292,76	2,70	292,76
KRB 40/23	276,44	2,85	273,59	2,43	274,01

### Hanglage / Bereiche außerhalb der Flussniederungen

In den Bereichen der Hanglagen wurde in allen Aufschlussbohrungen bis zur Endteufe kein Grundwasser festgestellt. In diesen Bereichen ist lediglich von lokalen Schicht- und Sickerwasseransammlungen auszugehen. Eine geschlossene Grundwasserführung ist grundsätzlich innerhalb des Kluftgefüges im Festgesteinskomplex möglich. Diese ist allerdings erst in größerer Tiefe (> 10 m) zu erwarten und maßgeblich vom vorherrschenden Trennflächengefüge abhängig. Lokal sind jedoch niederschlagsbedingte Sickerwasseransammlungen in allen tiefenlagen möglich. Die Entwässerung erfolgt hangabwärts in Richtung der jeweiligen Vorfluter.

Zur Beurteilung der Betonaggressivität des Grundwassers wurde eine bauchemische Grundwasseranalysen nach DIN 4030 durchgeführt. Das Ergebnis kann der nachfolgenden Tabelle sowie der Anlage A 7.1 entnommen werden.

**Tabelle 9:** Ergebnis der Wasseranalyse - Betonaggressivität

Aufschluss [-]	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Beurteilung nach DIN 4030
KRB 40/23	3,00	nicht angreifend

Neben der Untersuchung der Betonaggressivität erfolgte ebenfalls die Bestimmung der Stahlaggressivität des Grundwassers nach DIN 50929 Teil 3. Das Analyseergebnis kann der Anlage A 7.2 entnommen werden. Danach ist für den Wasser / Luft Bereich von folgenden Korrosionswahrscheinlichkeiten auszugehen:

Wasser / Luft - Bereich

- a) Mulden- und Lochkorrosion      sehr gering
- b) Flächenkorrosion                  sehr gering

## 5 Geotechnische Empfehlungen für den grabenlosen Rohrvortrieb

### 5.1 Allgemeine Baugrundeinschätzung

Im Ergebnis der Baugrunderkundung ist von wechselnden Baugrundverhältnissen auszugehen. Bei den angegebenen Verlegetiefen zwischen 1,0 und 7,8 m unter Gelände kommt der Bohrkanal über den gesamten Trassenverlauf in allen Homogenbereichen zum Liegen. Bereichsweise konnten einzelne Aufschlussbohrungen bzw. -sondierungen verfahrensbedingt nicht bis auf die erforderliche Endtiefe abgeteuft werden. Damit einhergehend konnte der Verwitterungshorizont des Festgesteins nicht aufgeschlossen werden. Die vorliegenden Angaben / Beschreibung beruhen auf gutachterlichen Erfahrungswerten, welche Bedarfsfall durch ergänzende Rotationskernbohrungen verifiziert werden sollten.

Aufgrund der festgestellten Grundwasserverhältnisse sind im Niederungsbereich ist in Abhängigkeit der Lage der für die Start- und Zielgruben Maßnahmen zur bauzeitlichen Wasserhaltung vorzusehen. Im Zuge der Erkundungsarbeiten ist im gesamten Trassenverlauf im Bereich der Hanglage kein Grundwasser angetroffen worden. Nach DIN 4020 ist die Maßnahme in die geotechnische Kategorie **GK 2** einzustufen.

### 5.2 Angabe der Homogenbereiche für Rohrvortriebsverfahren

Basierend auf den erkundeten und beschriebenen Baugrundverhältnisse kann die Einstufung der anstehenden Böden in die Homogenbereiche für die Ausführung der Bohrarbeiten in Anlehnung nach DIN 18 319 bzw. der DIN 18 324 der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

**Tabelle 10:** Einteilung der Homogenbereiche für Bohrarbeiten n. DIN 18 319

Homogen-bereich	Schicht-nummer	Schicht-bezeichnung	Bohrbarkeitsklasse nach DIN 18 319 (VOB 2012)
<b>BOHR 1</b>	0.2	Auffüllung	LBM 1/2 + P 1/2 LBO 1/2 + P 1/2 LN 1/2
	2.1	Auelehm	
	2.2	Aueton	
	3.1	Lößlehm	
	3.2	Hanglehm	
	3.3	Fließerde	
<b>BOHR 2</b>	3.4	Flusskies	LN 1/2/3 + S 1 LBM 1/2/3 + P 1/2
	3.5	Terrassenschotter	
	4.1	Tonstein / Sandstein, zersetzt	
<b>BOHR 3</b>	4.2	Tonstein / Sandstein, entfestigt	FZ 1/2 FD 1/2

Das geplante HDD-Verfahren kann unter Berücksichtigung der beschriebenen Baugrundverhältnisse sowie der geplanten Bohrdurchmesser und Verlegetiefen grundsätzlich als geeignet angesehen werden. Ein Überblick zu den geplanten Trassenbereichen mit dem geplanten Rohrvortriebsverfahren können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.

**Tabelle 11:** Übersicht Rohrvortrieb Trassenbereich Tüngeda - Behringen

Trassenabschnitt Station	Vortriebs- länge	Rohrdimension und Verlegetiefe	Homogenbereich bei Durchörterungstiefe
ca. 0+000 bis 2+230	ca. 2230 m	PE – HD DA 90 Rohrsohle $\approx$ 1,0 bis 5,3 m unter GOK	BOHR 1
ca. 2+230 bis 2+850	ca. 620 m		BOHR 2 / lokal BOHR 3 <sup>1.)</sup>
ca. 2+850 bis 3+030	ca. 180 m		BOHR 1
ca. 3+030 bis 4+000	ca. 970 m	PE – HD DA 90 - 160 Rohrsohle $\approx$ 2,1 bis 7,8 m unter GOK	BOHR 2 / lokal BOHR 3 <sup>1.)</sup>
ca. 4+000 bis 4+440	ca. 440 m	PE – HD DA 160 Rohrsohle $\approx$ 1,3 bis 6,4 m unter GOK	BOHR 1
ca. 4+440 bis 4+700	ca. 260 m		BOHR 2
ca. 4+700 bis 4+900	ca. 200 m		BOHR 1
ca. 4+900 bis 5+120	ca. 220 m		BOHR 2
ca. 5+120 bis 5+320	ca. 200 m		BOHR 1
ca. 5+320 bis 5+480	ca. 160 m		BOHR 2
ca. 5+480 bis 5+580	ca. 200 m		BOHR 1

<sup>1.)</sup> Verfahrenstechnisch nicht aufgeschlossen, jedoch in Abhängigkeit der Durchörterungstiefe anzutreffen

**Tabelle 12:** Übersicht Rohrvortrieb Trassenbereich Reichenbach - Behringen

Trassenabschnitt Station	Vortriebs- länge	Rohrdimension und Verlegetiefe	Homogenbereich bei Durchörterungstiefe
ca. 0+000 bis 0+220	ca. 220 m	PE – HD DA 125 Rohrsohle $\approx$ 1,4 bis 5,4 m unter GOK	BOHR 1
ca. 0+220 bis 1+200	ca. 980 m		BOHR 2 / lokal BOHR 3 <sup>1.)</sup>
ca. 1+200 bis 2+340	ca. 1140 m		BOHR 2
ca. 2+340 bis 2+580	ca. 240 m		BOHR 1
ca. 2+580 bis 2+950	ca. 370 m		BOHR 2

<sup>1.)</sup> Verfahrenstechnisch nicht aufgeschlossen, jedoch in Abhängigkeit der Durchörterungstiefe anzutreffen

### 5.3 Rohrvortriebsverfahren

Unter Berücksichtigung des angegebenen Rohrdurchmessers wird für die Rohrvortriebsarbeiten ein gesteuertes horizontales Bohr-Spülverfahren (HDD) unter Beachtung der folgenden technischen Regelwerke empfohlen.

- DIN 18 324 - Horizontalspülbohrarbeiten
- DVGW - W 309 - Standardleistungsbeschreibung Rohrvortrieb
- DVGW - GW 304 - Rohrvortrieb und verwandte Verfahren
- DWA-A 125 - Rohrvortrieb und verwandte Verfahren
- DVGW - GW 321 - Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren
- Arbeitsblatt DVGW - GW 304-B1, Beiblatt
- Technische Richtlinie DCA, Verband Güteschutz Horizontalbohrung

Das Bohrwerkzeug ist auf die entsprechenden geologischen Verhältnisse abzustimmen. Die Homogenbereiche BOHR 1 und BOHR 2 sind generell als gut bohrbar einzuschätzen. Aufgrund der Lage des Bohrkanals im Übergangsbereich zum Festgesteinshorizont sowie der vorhandenen intakten mürben Tonstein- bzw. Sandstein-Zwischenlagen besteht die Gefahr des Ablenkens des Bohrwerkzeuges. Auf die Einhaltung der Bohrkanalachse ist daher besondere Aufmerksamkeit zu legen. Es wird empfohlen die Bohrung in den Homogenbereichen BOHR 3 als Zulageposition auszuschreiben und baubegleitend durch Aufmaß zu erfassen.

Bedingt durch die geringe Überdeckung des Bohrkanals im Bereich der Start- und Zielgruben sowie im Näherungsbereich zum Vorfluter ist auf die Gefahr von Ausbläsern und Spülverlusten zu achten. Während der Bohrarbeiten ist auf Spüldruck und Spülverlust besonders sensibel zu achten und zu protokollieren.

Die Wahl der Bohrgerätegröße ist auf die erforderliche Einzugskraft abzustimmen. Aufgrund der Grundwasserverhältnisse und der daraus resultierenden Reibungskräfte zwischen Produktrohr und Bohrlochwandung infolge des Auftriebs ist für die Bestimmung der Bohrgerätegröße ein ausreichender Sicherheitsfaktor zu wählen.

Im Zuge der Aufweitungsbohrung und Einzug des Medienrohres wird der Austausch der Bohrspülung durch eine selbsterhärtende Bohrspülung erforderlich. Beim Verdämmen muss der Ringraum zwischen Bohrloch und Produktrohr dauerhaft und vollständig mit einer selbst erhärtenden volumenbeständigen Zementsuspension verfüllt werden. Es wird empfohlen, diese Suspension im Zuge des Einziehvorganges des Produktrohres einzusetzen. Hierbei ist zur Vermeidung von späteren Wasserwegsamkeiten entlang des Bohrkanals besonders Augenmerk auf den Spüldruck während des Einziehvorganges zulegen.

Bei fachgerechter Ausführung unter Beachtung oben genannter Vorschriften und Empfehlungen kann von einer Setzungsprognose von  $s_{\max} \leq 1,5 \text{ cm}$  für den angegebenen Rohrquerschnitt ausgegangen werden. Es wird empfohlen, mit der Ausführung der Vortriebsarbeiten nur Unternehmen mit entsprechender DVGW Zulassung zu beauftragen. Die Vorgaben der Gütesicherung auf der Baustelle sind zu beachten. Die Unternehmen sollten zum Nachweis ihrer Fachkunde über den Qualifikationsnachweis nach RAL GZ 961 verfügen.

## 5.4 Start- und Zielgruben

Der Bau von tieferen Baugruben ist verfahrensbedingt in der Regel nicht erforderlich. Wird die Herstellung der Start- und Zielgruben erforderlich, sind diese unter Beachtung der Hinweise gemäß DIN 4124 auszuführen. Die Start- und Zielbaugruben sind gemäß den verfahrenstechnischen Erfordernissen zu dimensionieren. Die Standsicherheit der Gruben ist vor Baubeginn nachzuweisen. Für die Herstellung von temporären Baugruben bis 5,0 m Tiefe, unbelastete Böschungsschulter, mit lastfreien Streifen 1,0 bis 2,0 m sind ohne rechnerischen Nachweis folgende Böschungsneigungen einzuhalten.

- Steifplastische Böden:  $\max. \beta = 60^\circ$
- Fels:  $\max. \beta = 80^\circ$
- Randbedingungen DIN 4124, insbesondere Abs. 4.3.3 und 4.2.5 sind zu beachten

Tiefere Baugruben als 5,0 m sind rechnerisch nachzuweisen bzw. zu verbauen. Bauzeitige Böschungen sind mit Folien oder Geotextilien als Erosionsschutz zu sichern.

## 5.5 Wasserhaltung

Zur Ableitung von anfallendem Niederschlags- und Oberflächenwässern sowie lokal auftretenden Schichtwasser sind innerhalb der Baugruben offene Wasserhaltungen mittels Pumpensämpfen vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Für die Vortriebsarbeiten sind keine gesonderten Maßnahmen erforderlich.

## 5.6 Betonschutzmaßnahmen

Im Ergebnis der Grundwasserbeprobung ist nach DIN 206-1 keine erhöhte Expositionsklasse erforderlich. Planungsseitig ist zu prüfen, inwieweit darüber hinaus andere Expositionsklassen erforderlich werden.



## 5.7 Herstellung temporärer Baustraßen

Die Befahrbarkeit der anstehenden Böden nach Abtrag des Oberbodens ist dauerhaft unter Berücksichtigung der Belastung durch Baufahrzeuge nicht gegeben. Bauzeitlich ist daher der Bau, die Unterhaltung und anschließende Rückbau von Baustraßen erforderlich. Die Herstellung der Baustraßen kann klassisch mittels Liefermaterial (gebrochenes Schottermaterial, Einbaudicke 0,3 bis 0,5 m) auf Trennvlies der Beanspruchungsgruppe GRK 3 oder aber auch mittels mobiler Baustraßen / Fahrbahnplatten erfolgen.

## 5.8 Wiederherstellung der Verkehrsflächen

Für die Wiederherstellung der Verkehrsflächen sind die Vorgaben der ZTV A-StB 12 bzw. der RStO zu beachten. Hinsichtlich der Abtreppung im Oberbau sowie der Festlegung der Randstreifenbereiche und der Oberbaumächtigkeit ist aus unserer Sicht eine Abstimmung zwischen Planungsbüro und Straßenbaulastträger erforderlich.

Materialanforderungen:	nach TL SoB-StB 04 (07), gebrochener Schotter 0/45 (FS), UF 3, SZ <sub>22</sub>
Tragfähigkeitsanforderungen:	nach ZTV SoB-StB 04 (07) auf Oberkante Planum $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf Oberkante Frostschutzschicht $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ Verhältniswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ auf Oberkante Schottertragschicht $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ Verhältniswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$

## 6 Deklarationsuntersuchung anfallender Ausbaustoffe

Zur orientierenden Deklaration der Ausbaustoffe wurden gemäß Ersatzbaustoffverordnung bzw. Bundes-Bodenschutzverordnung exemplarisch chemische Untersuchungen an den potentiellen Aushubmaterialien durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sowie die Zuordnung der Abfallschlüssel und Einstufung der Ausbaustoffe sind den Protokollen der Anlage A 7 zu entnehmen.

Die Laboruntersuchungen wurden vom Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH & Co.KG in Krauthausen ausgeführt (akkreditiert unter D-PL-19312-02-00). Die einzelnen Untersuchungsergebnisse der analysierten Umweltproben sowie die Angaben zu den angewendeten Analytikverfahren können den Prüfberichten des Thüringer Umweltinstitutes entnommen werden.

Der vorhandene Asphalt wurde exemplarisch anhand einer Einzel- und zweier Mischproben untersucht. Die Ergebnisse der Analysen können der Tabelle 13 bzw. die vollständigen Prüfberichte der Anlage A 8.1 entnommen werden.

**Tabelle 13:** Einstufung gebundener Oberbau nach RuVA und AVV

Labor-nummer	Entnahmestelle und Entnahmetiefe	Art	Einstufung n. RuVA	Einstufung nach AVV
<b>11778</b>	KRB 29/23 (0,00 – 0,07 m) KRB 30/23 (0,00 – 0,16 m)	MP Asphalt	<b>A</b>	<b>17 03 02</b> Bitumengemische, nicht gefährlicher Abfall
<b>11779</b>	KRB 29/23 (0,07 – 0,14 m) KRB 30/23 (0,16 – 0,21 m)	MP Asphalt	<b>C</b>	<b>17 03 01*</b> kohlenteeerhaltige Bitumengemische, gefährlicher Abfall
<b>11780</b>	KRB 36/23 (0,00 – 0,09 m)	EP Asphalt	<b>A</b>	<b>17 03 02</b> Bitumengemische, nicht gefährlicher Abfall

Das Tragschichtmaterial sowie der natürlich anstehende Boden wurden exemplarisch anhand von fünf Mischproben und einer Einzelprobe untersucht. Die Ergebnisse der Analysen können der Tabelle 14 bzw. die vollständigen Prüfberichte den Anlagen A 8.2 entnommen werden.

**Tabelle 14:** Einstufung des Bodenmaterials und Baggergut nach EBV, Tab. 3 und AVV

Labor-nummer	Entnahmestelle und Entnahmetiefe	Art	Einstufung n. EBV	Einstufung nach AVV
<b>11781</b>	KRB 29/23 (0,14 – 0,40 m) KRB 30/23 (0,21 – 0,60 m)	MP Tragschicht / Kalkstein-Material	<b>BM-F3</b> (PAK)	<b>17 05 04</b> Boden und Steine, nicht gefährlich
<b>11715</b>	KRB 34/23 (0,12 – 1,00 m) KRB 35/23 (0,00 – 0,30 m) KRB 37/23 (0,00 – 0,80 m)	MP Tragschicht / Hartstein-Material	<b>BM-F3</b> (Kupfer)	<b>17 05 04</b> Boden und Steine, nicht gefährlich
<b>11716</b>	KRB 35/23 (0,30 – 1,70 m)	MP Auffüllung / umgelagerter Boden	<b>BM-0</b>	<b>17 05 04</b> Boden und Steine, nicht gefährlich
<b>11713</b>	KRB 8/23 (0,30 – 3,00 m) KRB 9/23 (0,30 – 3,00 m) KRB 12/23 (0,30 – 2,60 m) KRB 13/23 (0,30 – 3,00 m) KRB 15/23 (0,30 – 3,00 m)	MP Boden / Lößlehm, Tonstein, Sandstein	<b>BM-0</b>	<b>17 05 04</b> Boden und Steine, nicht gefährlich
<b>11714</b>	KRB 19/23 (0,30 – 3,00 m) KRB 20/23 (0,30 – 2,30 m) KRB 22/23 (0,30 – 2,40 m) KRB 23/23 (0,30 – 3,00 m)	MP Boden / Auelehm, Terrassenschotter, Tonstein	<b>BM-F0*</b> (Kupfer)	<b>17 05 04</b> Boden und Steine, nicht gefährlich
<b>11717</b>	KRB 39/23 (0,30 – 3,00 m) KRB 40/23 (0,30 – 3,80 m) KRB 41/23 (0,30 – 3,00 m) KRB 42/23 (0,30 – 3,00 m)	MP Boden / Auelehm	<b>BM-0</b>	<b>17 05 04</b> Boden und Steine, nicht gefährlich

Zur abschließenden Klärung der Verwertung wird empfohlen, den Auftragnehmern die vorliegenden Analyseergebnisse im Rahmen der Angebotskalkulation zur Klärung des Entsorgungsweges und zur Ermittlung der Entsorgungskosten zur Verfügung zu stellen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die chemischen Untersuchungen nur punktuell durchgeführt worden sind und somit keine repräsentative Aussage für den gesamten Standortbereich darstellen. Im Zuge der Bauausführung sind gegebenenfalls bei vorhandenem Anfangsverdacht ergänzende Untersuchungen zur Einstufung der Erdstoffe durchzuführen. Hierzu ist in der Leistungsbeschreibung das Anlegen, Vorhalten und Betreiben eines Zwischenlagers vorzusehen.


## 7 Hinweise für Abnahmen und Prüfungen

Aus geotechnischer Sicht werden folgende Abnahmen und Prüfungen empfohlen:

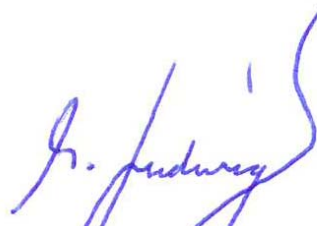
- Baubegleitende Beratung für geotechnische Fragen
- Abteufen ergänzender Rotationskernbohrungen
- Planung, Dimensionierung und Vorbemessung erforderlicher Wasserhaltungsmaßnahmen
- Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes sowie bodenkundliche Baubegleitung
- Aufstellen einer Prüfkonzepion für die Eigen- und Kontrollprüfungen gemäß ZTVE / ZTVA
- Ergänzende Haufwerksbeprobungen nach LAGA PN 98 und Deklaration der anfallenden Ausbaustoffe
- Durchführung einer Beweissicherung vor Ausführung der Arbeiten

Mühlhausen, den 11.03.2024

**Ing.-Ges. f. Bodenmechanik,  
Erd- und Grundbau mbH**  
Pfortenteich 5  
99974 Mühlhausen/Thür.  
Tel.: 036 01/48 17 20, Fax: 036 01/48 17 21



Dipl.-Ing. S. Stolze  
Bearbeiter



M. Ludwig, B. Eng.  
Bearbeiter